

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-274062

(43)Date of publication of application : 05.10.2001

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G03F 7/20

G03F 7/40

(21)Application number : 2000-085788

(71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 27.03.2000

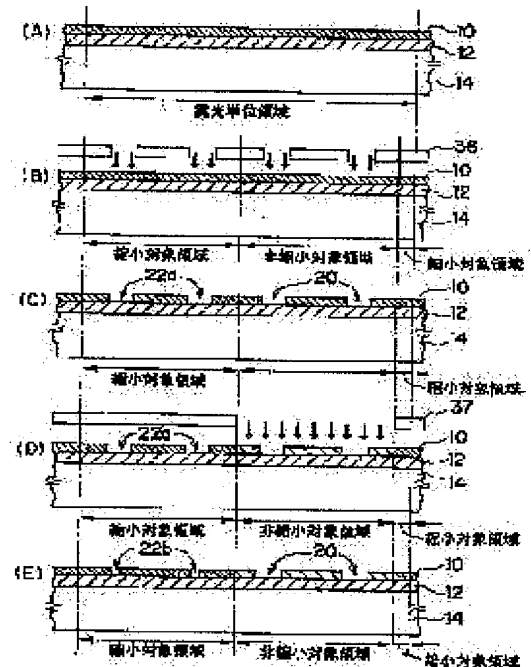
(72)Inventor : FURUKAWA TAKAMITSU

## (54) FORMING METHOD OF RESIST PATTERN AND ALIGNER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide the forming method of a resist pattern, which can form a comparatively larger pattern which does not reach the limit of a resolution using a KrF exposure technique, and an extremely microscopic pattern which is under the limit of the resolution using the KrF exposure technique, simultaneously and favorably, and to provide an aligner which is used for this forming method.

**SOLUTION:** A circular pattern of a dimension made larger than a finally necessary pattern dimension to the rate of reduction and a circular pattern of the finally necessary pattern dimension are subjected to respectively pattern exposure simultaneously to a reduced object region on a resist film 10 (Figure 1 (A)), which is formed on the surface of an SiO<sub>2</sub> film 12 and consists of a TDUR-P015 film, and to a non-reduced object region on the film 10 with deep UV light of a wavelength of 248 nm (Figure 1 (B)), the exposure of the UV light of so a quantity that the heat resistance of the TDUR-P015 film constituting the film 10 is enhanced and a resist pattern (Figure 1 (C)) obtained by developing stops reducing is given to the non-reduced object region only on the resist-pattern (Figure 1 (D)) and the resist pattern is subjected to high-temperature baking treatment for 60 seconds at 135 degrees (Figure 1 (E)).



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-274062

(P2001-274062A)

(43) 公開日 平成13年10月5日 (2001.10.5)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テームコード(参考)

H 0 1 L 21/027

G 0 3 F 7/20

5 2 1

2 H 0 9 6

G 0 3 F 7/20

5 2 1

7/40

5 F 0 4 6

7/40

H 0 1 L 21/30

5 7 1

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2000-85788(P2000-85788)

(22) 出願日 平成12年3月27日(2000.3.27)

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72) 発明者 古川 貴光

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気

工業株式会社内

(74) 代理人 100079049

弁理士 中島 淳 (外3名)

Fターム(参考) 2H096 AA25 BA11 EA05 HA01

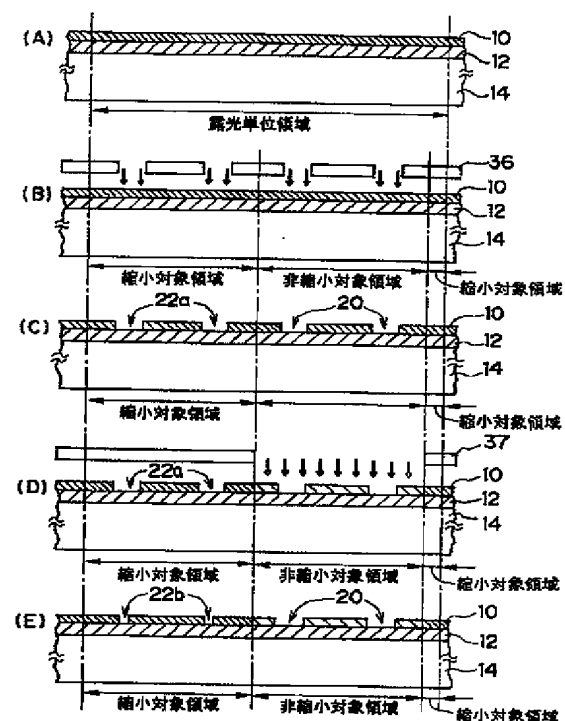
5F046 AA13 BA04 CA04

(54) 【発明の名称】 レジストパターンの形成方法及び露光装置

(57) 【要約】

【課題】 K r F 露光技術の解像限界に達しない比較的大きなパターンと K r F 露光技術の解像限界以下の極く微細なパターンを同時に良好に形成できるレジストパターンの形成方法及びこの方法に用いる露光装置を提供する。

【解決手段】 S i O<sub>2</sub>膜12の表面に形成したTDUR-P015よりなるレジスト膜10(図1(A))に対し、波長248nmのディープUV光により、縮小対象領域に対しては最終的に必要なパターン寸法より縮小率に合わせて大きくした寸法の円形パターンと非縮小対象領域には最終的に必要な寸法の円形パターンを、同時にパターン露光し(図1(B))、現像して得られたレジストパターン(図1(C))に対し、非縮小対象領域のみにレジスト膜10を構成するTDUR-P015の耐熱性が向上してレジストパターンが縮小しなくなる量のUV光露光量を与え(図1(D))、135度60秒の高温バーク処理を施す(図1(E))。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 表面にレジストが塗布された被加工物のレジストに対し、パターンを形成するための第1の露光量を与えるパターン露光を行った後、現像してレジストパターンを形成し、前記レジストパターンにレジストパターンの縮小率を調整する第2の露光量を与える露光を行った後、レジストがフローする温度でベーク処理を行うレジストパターンの形成方法。

【請求項2】 前記第2の露光量はレジストの飽和露光量以上の露光量である請求項1に記載のレジストパターンの形成方法。

【請求項3】 前記パターン露光時に、予め定めた所定の縮小率でパターンを縮小させる縮小対象領域のパターンと、露光寸法通りのパターンとする非縮小対象領域のパターンを露光し、前記縮小対象領域のパターンに対しては、前記所定の縮小率に対応した第2の露光量を与え、前記非縮小対象領域に対しては、前記高温ベーク処理時の温度に対してレジストが耐性を備える第3の露光量を与える請求項1に記載のレジストパターンの形成方法。

【請求項4】 前記高温ベーク処理時に前記被加工物に生じる温度差分布に応じて生じる縮小率の誤差分布が相殺されるように、前記被加工物の予め定めた所定の領域ごとに前記第2の露光量を補正する請求項1から請求項3のいずれか1項に記載のレジストパターンの形成方法。

【請求項5】 最終的に被加工物に形成されるパターンの縮小率の誤差分布が相殺されるように、前記被加工物の予め定めた所定の領域ごとに前記第2の露光量を補正する請求項1から請求項3のいずれか1項に記載のレジストパターンの形成方法。

【請求項6】 UV光によって露光を与え、前記レジストは、UV光用レジストである請求項1から請求項5のいずれか1項に記載のレジストパターンの形成方法。

【請求項7】 表面にレジストが塗布された被加工物のレジストに対し、パターンを形成するための第1の露光量を与えるパターン露光を行った後、現像してレジストパターンを形成し、前記レジストパターンにレジストパターンの縮小率を調整する第2の露光量を与える露光を行った後、レジストがフローする温度でベーク処理を行う際に、ベーク処理温度を調整することにより、高温ベーク処理時のレジストパターンの縮小率をさらに調整するレジストパターンの形成方法。

【請求項8】 被加工物の全面に均一強度の光を照射する露光光学系と、前記露光光学系と前記被加工物の間に設けられると共に、前記被加工物の所定の領域ごとに予め定めた所定の

縮小率に対応した第2の露光量となるように透過率を調整したフィルタと、を備えた露光装置。

【請求項9】 前記フィルタは、高温ベーク処理時に前記被加工物に生じる温度差分布に応じて生じる縮小率の誤差分布が相殺されるように、前記被加工物の所定の領域ごとに透過率が補正されている請求項8に記載の露光装置。

【請求項10】 前記フィルタは、最終的に被加工物に形成されるパターンの縮小率の誤差分布が相殺されるように、前記被加工物の所定の領域ごとに透過率が補正されている請求項8に記載の露光装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レジストパターンの形成方法及び露光装置に係り、特に、半導体集積回路の製造におけるKrFエキシマレーザを光源として用いた露光技術によるレジストパターンの形成方法及び露光装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、半導体集積回路の製造にあたって、より微細なパターンを形成するために、露光光としてKrFエキシマレーザ光源による波長248nmのディープUV光を用いるKrF露光技術が主流となってきた。このKrF露光技術では、0.2μm程度のパターンの形成が可能となる。

【0003】特開平11-119443号公報には、このようなKrF露光技術において、レジストパターンの形成後に残留溶媒及び残留水分の除去を目的とした通常のベークよりも高い温度でベークしてレジストに形成したホールパターンの内径を縮小させる等のようにレジストパターンを縮小させ、0.2μm程度以下のより微細なパターンを得る技術が開示されている。この技術によれば、KrF露光技術での解像限界を越える0.1μm程度以下のパターンを形成することが可能である。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記特開平11-119443号公報に開示された方法は、KrF露光技術の解像限界以下の極く微細なパターンを形成するのに好適であるが、KrF露光技術の解像限界に達しない比較的大きなパターンについては、ベーク後のパターンが劣化することがあり、好ましくない。

【0005】例えば、図10(A)に示すように、レジストに直径0.25μm程度の孔（コンタクトパターン）と直径0.5μm程度の孔（コンタクトパターン）を形成して135℃程度で60秒間ベークすると、図10(B)に示すように、直径0.25μm程度の孔（コンタクトパターン）では側壁は変形せずに径寸法のみが縮小して直径0.1μm程度の孔が形成されるが、直径0.5μm程度の孔（コンタクトパターン）では、パタ

ーンを形成するレジスト側壁が孔の中心向かって湾曲して、最も短い直径が $0.35\mu\text{m}$ の変形した孔となる。

【0006】このような形状の孔は、後のエッチング工程においてマスクとして使用すると、下層の被加工膜のエッチングとともに凸状の頂点に相当する部分が徐々に削れるので、結果として孔の直径が拡大してしまう。それに加えて、レジスト側壁が孔の中心向かって湾曲した形状であり、最も短い直径が $0.35\mu\text{m}$ になっているので、被加工膜と接面する孔の底面側の直径は $0.35\mu\text{m}$ よりも大きく、さらにエッチング時に境界領域で多少えぐれることも考慮すると、目的とした直径よりかなり大きい直径の孔が被加工膜に形成されてしまう。この傾向は、特に、ベーク前のレジストパターンの寸法が $0.5\mu\text{m}$ より大きくなると顕著である。

【0007】以上のことから、本発明は、KrF露光技術の解像限界に達しない比較的大きなパターンとKrF露光技術の解像限界以下の極く微細なパターンを同時に良好に形成できるレジストパターンの形成方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために請求項1の発明のレジストパターンの形成方法は、表面にレジストが塗布された被加工物のレジストに対し、パターンを形成するための第1の露光量を与えるパターン露光を行った後、現像してレジストパターンを形成し、前記レジストパターンにレジストパターンの縮小率を調整する第2の露光量を与える露光を行った後、レジストがフローする温度でベーク処理を行う。

【0009】すなわち、被加工物上に形成したレジストパターンに対し、第2の露光量を与える露光を行うことによりレジストの耐熱性が変化する。レジストの耐熱性は、高温ベーク処理時のレジストパターンの縮小率を左右する要因であり、レジストの耐熱性が高いほど縮小率は小さくなる。このレジストの耐熱性は第2の露光量に応じて変化するもので、請求項1の発明では、第2の露光量を調整することにより高温ベーク処理時のレジストパターンの縮小率を調整する。

【0010】すなわち、レジストパターンの縮小率が予め定めた所定の縮小率となるときレジストの耐熱性を求め、この耐熱性となる露光量分を第2の露光量として与えることによりレジストパターンの縮小率を調整し、所望の寸法にレジストパターンを縮小できる。

【0011】この第2の露光量は縮小対象領域のレジストパターンに与えてレジストパターンの縮小率を調整し、所望の寸法にレジストパターンを縮小させるように制御するだけでなく、逆に、非縮小対象領域のレジストパターンに第2の露光量を与えてレジストパターンの縮小を抑えるように制御することもできる。

【0012】この場合、請求項2に記載した様に、前記第2の露光量をレジストの飽和露光量以上の露光量とす

ることにより、高温ベーク処理時の温度に対して十分な耐性をレジストが備えるようになるので、前記レジストパターンの寸法が変わらないように調整できる。この場合、露光量が多すぎても問題ないので露光量の調整が比較的簡単になるという利点がある。

【0013】また、請求項3に記載の発明は、請求項1に記載のレジストパターンの形成方法において、前記パターン露光時に、予め定めた所定の縮小率でパターンを縮小させる縮小対象領域のパターンと、露光寸法通りのパターンとする非縮小対象領域のパターンを露光し、前記縮小対象領域のパターンに対しては、前記所定の縮小率に対応した第2の露光量を与え、前記非縮小対象領域に対しては、前記高温ベーク処理時の温度に対してレジストが耐性を備える第3の露光量を与える。

【0014】例えば、露光装置の解像限界以下の寸法の第1のコンタクトホールと露光により形成可能な寸法の第2のコンタクトホールのように、異なる径寸法のコンタクトホールを形成する場合、第1のコンタクトホールは高温ベーク処理により縮小させる必要があるが、第2のコンタクトホールはパターン露光によるパターンニングで形成できるので、高温ベーク処理により縮小させる必要はない。

【0015】したがって、請求項3の発明では、パターン露光において、縮小させる必要のある第1のコンタクトホール形成領域(縮小対象領域)は、縮小率に応じて決定される寸法のコンタクトホールパターンを露光し、縮小させる必要のない第2のコンタクトホール形成領域(非縮小対象領域)は、最終的に必要な寸法のコンタクトホールパターンを露光し、第1のコンタクトホール形成領域(縮小対象領域)に対しては予め定めた所定の縮小率で縮小するように調整された第2の露光量を与え、第2のコンタクトホール形成領域(非縮小対象領域)に対しては、前記高温ベーク処理時の温度に対してレジストが耐性を備える第3の露光量を与えることにより第2のコンタクトホール形成領域(非縮小対象領域)に形成されたコンタクトホールパターンが前記高温ベーク処理時に縮小しないように調整する。

【0016】これにより、露光により形成できない解像限界以下の寸法の極微細なパターンと露光により形成可能な寸法のパターンを同時に良好に形成しつつ、高温ベーク時にパターン劣化を起こし易い比較的大きな寸法のパターンを劣化させることなく形成できる。したがって、異なる寸法のパターンをパターン劣化を起こすことなく形成できる。

【0017】ところで、高温ベーク時にベークプレートに生じる表面温度差によって、ベークプレート上に載置される被加工物の表面温度差が生じる場合がある。この表面温度差により、被加工物上に形成されたレジストパターンの縮小率がばらつくため、請求項4の発明では、前記高温ベーク処理時に前記被加工物に生じる温度差分

10

20

30

40

50

布に応じて生じる縮小率の誤差分布が相殺されるように、前記被加工物の予め定めた所定の領域ごとに前記第2の露光量を補正する。

【0018】すなわち、設定温度よりも高くなる領域は設定温度よりも温度が高い分レジストパターンがだれる量が目的とする量よりも大きくなるので縮小量が大きくなり、逆に設定温度よりも低くなる領域は設定温度よりも温度が低い分レジストパターンがだれる量が目的とする量よりも小さくなるので縮小量が小さくなる。

【0019】したがって、設定温度よりも高くなる領域は、レジストの縮小量が余分に大きくなるので、第2の露光量を温度差に応じて多くするように補正することによりレジストの耐熱性を上げ、目的とする縮小量となるように調整する。逆に、設定温度よりも低くなる領域は、レジストの縮小量が不充分となるので、第2の露光量を温度差に応じて少なく補正することによりレジストの耐熱性を下げ、目的とする縮小量となるように調整する。

【0020】このように、前記高温ベーク処理時に生じる縮小率の誤差分布が相殺されるように第2の露光量を予め定めた所定の領域ごとに補正することにより、高温ベーク後のレジストパターンにおいて、同じ縮小率に設定されたパターンを同じ縮小率で形成することができる。

【0021】また、形成したパターンをマスクとして用いてエッチングするエッチング処理などの製造プロセスを構成する種々の工程での要因によって、最終的に得られる被加工物上のレジストパターンの縮小率がばらつくことがある。そのため、請求項5の発明では、製造プロセスを構成する種々の工程での要因の総和に起因して最終的に被加工物に形成されるパターンの縮小率の誤差分布が相殺されるように、前記被加工物の予め定めた所定の領域ごとに前記第2の露光量を補正する。

【0022】すなわち、請求項5の発明では、高温ベーク時に生じる被加工物の表面温度差に起因する縮小率のバラツキ、エッチング時に部分的にエッチングの進み具合が異なることに起因するパターン寸法の部分的な変形寸法誤差のバラツキなど、製造プロセスを通して生じた寸法誤差を相殺する様に、第2の露光量を補正し、最終的に得られる被加工物上に形成されたパターン面内において、同じ縮小率に設定されたパターンをほぼ同じ縮小率で形成することができる。

【0023】なお、上記請求項4および請求項5における第2の露光量の補正は、前記第2の露光時に第2の露光量に補正量を加算して行うようにしてもよいし、第2の露光量を与えた後に、補正量に相当する分の露光量を別に与えるようにしてもよい。

【0024】なお、請求項6に記載したように、本発明のレジストパターンの形成方法は、露光光として、例えば、KrFエキシマレーザ光源による波長248nmの

ディープUV光等のUV光を用い、レジストとして、例えば、KrF用のポジレジストなどのUV光用レジストを用いた場合に特に有効である。

【0025】また、レジストの縮小率は高温ベーク時の温度によっても変化するため、請求項7の発明では、表面にレジストが塗布された被加工物のレジストに対し、パターンを形成するための第1の露光量を与えるパターン露光を行った後、現像してレジストパターンを形成し、前記レジストパターンにレジストパターンの縮小率を調整する第2の露光量を与える露光を行った後、レジストがフローする温度でベーク処理を行う際に、ベーク処理温度を調整することにより、高温ベーク処理時のレジストパターンの縮小率をさらに調整する。

【0026】このように、第2の露光量とベーク処理温度を調整することにより、一層細かくレジストパターンの縮小率を調整することが可能となる。なお、請求項7においても、上記請求項2から請求項6に記載した発明と同様に、パターン露光及び第2の露光量をそれぞれ制御してもよい。

【0027】また、上記請求項1から請求項7に記載のレジストパターンの形成方法は、例えば、ステッパーなどの逐次露光装置を用いて行うことができるが、請求項8に記載したように、被加工物の全面に均一強度の光を照射する露光光学系と、前記露光光学系と前記被加工物の間に設けられると共に、前記被加工物の所定の領域ごとに予め定めた所定の縮小率に対応した第2の露光量となるように透過率を調整したフィルタと、を備えた全面露光型の一括露光装置を用いて行うことができる。

【0028】この構成の露光装置によれば、一回の露光で、全てのパターンを同時に、所望の縮小率となるように露光できるので、スループット性が良好で好ましい。また、フィルタを交換するだけで、その都度各領域ごとに必要な露光量に合わせた露光を行えるという比較的簡単な構成であるという利点もある。なお、従来から用いられている一括露光装置を転用して請求項8の露光装置を構成できるので、設備コスト的にも低く抑えられ、好ましい。

【0029】また、フィルタは、請求項4のように前記高温ベーク処理時に生じる縮小率の誤差分布が相殺されるように第2の露光量を予め定めた所定の領域ごとに補正する場合は、請求項9に記載したように、前記被加工物の所定の領域ごとに高温ベーク処理時に前記被加工物に生じる温度差分布に応じて生じる縮小率の誤差分布が相殺される露光量となるように透過率が補正されているものとするよい。

【0030】また、フィルタは、請求項5のように最終的に被加工物に形成されるパターンの縮小率の誤差分布が相殺されるように、前記被加工物の予め定めた所定の領域ごとに前記第2の露光量を補正する場合は、請求項10に記載したように、前記被加工物の所定の領域ごと

に最終的に被加工物に形成されるパターンの縮小率の誤差分布が相殺される露光量となるように透過率が補正されているものとよい。

#### 【0031】

【発明の実施の形態】以下、図1から図4を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。本実施の形態は、光源としてKrFエキシマレーザを使用し、レジストとして、例えば、UV用レジストの一種でありKrF用の化学増幅型ポジレジストであるTDUR-P015(商品名;東京応化工業株式会社製)を用いてレジストにコンタクトパターンを形成する場合に本発明のレジストパターンの形成方法及び露光装置を適用したものである。

【0032】(第1の実施の形態)まず、図1(A)に示すように、ウエハ基板の表面にエッチング対象となる被加工膜としてシリコン酸化膜(SiO<sub>2</sub>膜)12を形成し、このSiO<sub>2</sub>膜12の表面にTDUR-P015を膜厚が、例えば、1.0μm程度となるように塗布し、レジスト膜10とする。

【0033】次に、図2に示すような構成のステッパー(逐次露光装置;図2参照/詳細は後述する)30を用いて露光単位領域毎に、例えば、波長248nmのディープUV光により、図1(B)に示すように、パターン露光を行う。このとき、レジスト膜10には、縮小対象領域に対しては最終的に必要なパターン寸法より縮小率に合わせて大きくした寸法、例えば、0.25μm程度の円形パターンが露光され、非縮小対象領域には最終的に必要な寸法、例えば、0.35μm程度の円形パターンが露光されている。

【0034】また、このときレジスト膜10に与える露光量は、例えば、20mJ/cm<sup>2</sup>程度であり、この露光量は現像後にレジスト膜10がパターン形成するのに十分な露光量(すなわち、第1の露光量)である。なお、図1(B)では説明のためウエハの上方に第1レチクル36を配置したように図示しているが、実際には、第1レチクル36は後述の図2に示すように投影光学系34と縮小光学系38の間に配置している。

【0035】ここで、露光に用いるステッパー30について図2を参照して簡単に説明する。このステッパー30は、大別して、KrFエキシマレーザ光源32、投影光学系34、第1レチクル36、縮小光学系38、X-Yステージ40、及び制御部42から構成されている。

【0036】KrFエキシマレーザ光源32は、例えば、波長248nmのディープUV光を様な強度で照射する。投影光学系34は、KrFエキシマレーザ光源32からのUV光が第1レチクル36に照射される様に導く。なお、図2では、投影光学系34を1つのレンズで表しているが、1つに限らず複数のレンズから構成してもよい。

【0037】第1レチクル36には、回路パターンが形成されており、本実施の形態では、縮小対象領域のコン

タクトパターンは最終的に必要な寸法より縮小率に合わせて大きくした寸法のコンタクトパターンとして形成され、非縮小対象領域のパターンは最終的に必要な寸法のコンタクトパターンとして形成されている。この第1レチクル36は交換可能であり、本実施の形態では、後述するが第2の露光時には第2の露光用の第2レチクル37を使用する。

【0038】縮小光学系38は、第1レチクル36を通過したUV光を露光単位領域寸法となるように縮小してX-Yステージ40上に載置されたウエハに照射する。X-Yステージ40はX方向とY方向の直交する2方向に移動可能であり、制御部42からの指示に基づいて移動する。この移動は、制御部42から現在露光している露光単位領域に対する露光が終了したと指示があると、次の露光単位領域にKrFエキシマレーザ光源32からのUV光が照射されるように、露光単位領域を移動単位として行う。制御部42は、KrFエキシマレーザ光源32のオンオフ制御を行うことによりUV光の照射時間を調整し、かつ、図示しない位置検出センサからの位置情報に基づいてX-Yステージ40の移動制御を行う。

【0039】このような構成のステッパー30により、ウエハ14の各露光単位領域に対するパターン露光がすべて終了すると、ウエハ14をステッパー30から取り外してレジストをアルカリ水溶液で現像する。これにより、露光された領域のレジストが取り除かれ、図1

(C)に示すように、縮小対象領域には最終的に必要なパターン寸法より縮小率に合わせて大きくした寸法である、例えば、直径0.25μm程度のコンタクトパターン22aが形成され、非縮小対象領域には最終的に必要な寸法である、例えば、直径0.35μm程度のコンタクトパターン20が形成される。

【0040】次に、現像後のウエハ14を再び上述のステッパー30にセットし、非縮小対象領域のみにUV光が照射されるようにパターンが形成された第2レチクル37を第1レチクル36の代わりにセットして、図1

(D)に示すようにUV光により露光する。ここでは、このときのUV光露光量、すなわち、第2のUV光露光量を、例えば、3.3mJ/cm<sup>2</sup>以上等のように、レジスト膜10を構成するTDUR-P015の耐熱性が向上してレジストパターンが縮小しなくなる量とする。

【0041】露光終了後、ウエハ14をステッパー30(図2参照)から取り外して135℃60秒での高温ベーク処理を行う。この高温ベーク処理により、例えば、図1(E)に示すように、第2の露光量が与えられていない縮小対象領域に形成された前記直径0.25μm程度のコンタクトパターン22aは縮小して、直径0.1μm程度のコンタクトパターン22bとなる。また、第2の露光量が与えられた非縮小対象領域に形成されたパターンは縮小せずに、直径0.35μmのコンタクトパターン20のままである。非縮小対象領域のレジストパ

ターンには、135℃60秒での高温ベーク処理時の温度に対して十分な耐熱性を有する第2の露光量が与えられているため、ほぼパターン露光通りの寸法のパターンが得られる。

【0042】すなわち、本第1の実施の形態でレジストとして使用したTDUR-P015は、図3の各ポイントが菱形で記されたグラフに示すように、第2の露光量の量によって135℃60秒での高温ベーク処理後の径寸法が異なる。すなわち、第2の露光量が3.3mJ/cm<sup>2</sup>程度以上となると135℃60秒での高温ベーク処理時の温度に対して十分な耐熱性を有するようになるので円形パターンの径寸法が、第2露光を行わずに90℃60秒で通常ベーク処理して得られた通常プロセスでの円形パターンの径寸法（図3中では三角が記された位置の値）とほぼ同じとなる。

【0043】これに対し、第2の露光量が3.3mJ/cm<sup>2</sup>程度より少ない量であると感光が不充分であるため、高温ベーク処理時の温度に対して耐熱性が不充分となる。すなわち、第2の露光量が0mJ/cm<sup>2</sup>以上2.7mJ/cm<sup>2</sup>程度であると、第2の露光量を与えずに135℃60秒で高温ベーク処理して得られたプロセスでの円形パターンの径寸法（図3中では正方形が記された位置の値）とほぼ同じとなる。また、第2の露光量が2.7mJ/cm<sup>2</sup>程度から3.3mJ/cm<sup>2</sup>程度までの間はほぼ比例的に耐熱性が上がるため、ほぼ比例的に縮小率が小さくなって最終的に得られる円形パターンの径寸法も与えられる第2の露光量の大きさに比例して大きくなる。

【0044】また、第2の露光量は、比較的大きな領域に与えることができればよく、パターン露光時に用いたステッパー30等のように高解像度の露光装置を用いて第2の露光量を与える必要はない。そのため、パターン露光を行ったステッパー30とは別の比較的低解像度の別の露光装置により第2の露光を行うようにすることもできる。

【0045】すなわち、KrFエキシマレーザを備えた露光装置は、現段階では最新型の露光装置であるため、設備コストなどの点から数量が限定される傾向にある。したがって、最も可動率が高くなる。このことより、パターン露光はKrFエキシマレーザを備えた露光装置を用い、第2の露光量は可動率の低い他の機種の露光装置を用いて与えることにより、可動率の高い露光装置に対する負荷が軽減され、効率的に処理することが可能となる。

【0046】なお、このときに使用する露光装置の光源としては、レジストが感光する光を照射するものであればよく、パターン露光での光と異なってもよい。例えば、上述のTDUR-P015は、i線をよっても感光するため、i線を照射する露光装置により第2の露光量を与えるようにすることも可能である。また、パター

ン露光で用いた単波長光源でなく、パターン露光で用いた単波長域を含む広帯域の光を照射するものでもよい。

【0047】なお、本実施の形態では、レジスト膜10を構成する材質としてTDUR-P015を用いた場合について説明したが、第2の露光量を与えることにより耐熱性が向上する性質のレジストであれば、TDUR-P015に限らず、例えば、TDUR-P007（商品名；東京応化工業株式会社製）、TDUR-P442（商品名；東京応化工業株式会社製）、SEPR402R（商品名；信越化学工業株式会社製）、DX3200P（商品名；クラリアントジャパン株式会社製）等の他の種類のレジストを使用できる。

【0048】もちろん、使用するレジストの種類によって第2の露光量に対応するパターンの縮小率が異なるので、各々UV光露光量と縮小率との関係とに基づいて最適なUV光露光量となるように調整すればよい。

【0049】このように、本第1の実施の形態によれば、異なる径寸法のコンタクトパターン、例えば、直径0.2μm程度以下で直径0.05μm程度までのコンタクトパターン等のように、解像限界以下の小さな寸法のコンタクトパターンと、例えば、直径0.2μm程度以上のコンタクトパターン等のように、解像限界よりも大きく露光により十分形成できる寸法のコンタクトパターンとをパターンが劣化することなく同時に形成できる。

【0050】（第2の実施の形態）図3の説明で上述したように、本第1の実施の形態でレジストとして使用したTDUR-P015は、第2の露光量が2.7mJ/cm<sup>2</sup>程度から3.3mJ/cm<sup>2</sup>程度までの間はほぼ比例的に耐熱性が上がるため、第2の露光量に対してほぼ比例的に縮小率が小さくなり、最終的に得られる円形パターンの径寸法も第2の露光量の大きさに比例して大きくなる。

【0051】本第2の実施の形態では、上記第1の実施の形態において、第2の露光量を与えた後に、ウエハ基板全面に、耐熱性が変化し始めるUV光露光量以上で、かつ、完全に耐熱性が向上する露光量以下のUV光露光量、例えば、2.7mJ/cm<sup>2</sup>程度から3.3mJ/cm<sup>2</sup>程度までの第3の露光量を与える。

【0052】この第3の露光量は、第2の露光量を与えられていない縮小対象領域のレジストに対して与えることで、高温ベーク処理での縮小率を細かく調整する。すなわち、第3の露光量を、2.7mJ/cm<sup>2</sup>程度から3.3mJ/cm<sup>2</sup>程度の間で制御することにより、高温ベーク処理温度での縮小対象領域のレジストの耐熱性が変わるので、高温ベーク処理後の縮小対象領域内のコンタクトパターンの縮小率を細かく調整することが可能である。

【0053】なお、非縮小対象領域は高温ベーク処理時にパターンが縮小しないように第2の露光量を与えられ

ているので、第3の露光量が与えられても高温ベーク処理時にパターンが縮小しないことには変わりがない。したがって、第3の露光量は、非縮小対象領域を覆うようにパターン形成されたレジクルを使用して与える必要がない。

【0054】また、第3の露光量は、例えば、図3に示すように、予めUV光の露光量と最終的に得られる寸法又はパターンの縮小率の関係を調べておき、得られた関係に基いて、最終的に必要なパターン寸法となるように決定する。

【0055】ここでは、例えば、 $2.8\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 程度の第3の露光量をレジストパターンに与えた後、 $135^\circ\text{C}$  60秒での高温ベーク処理を行った。この高温ベーク処理により、非縮小対象領域に形成されたパターンは縮小せずに、直径 $0.35\text{ }\mu\text{m}$ 程度のコンタクトパターン20のままとするが、縮小対象領域に形成された直径 $0.25\text{ }\mu\text{m}$ 程度のコンタクトパターンは上記第1の実施の形態と比較して縮小量が若干減って、例えば、直径 $0.15\text{ }\mu\text{m}$ 程度のコンタクトパターンとなる。なお、その他は上記第1の実施の形態と同様であるので説明は省略する。

【0056】このように、本第2の実施の形態によれば、異なる径寸法のコンタクトパターン、特に、解像限界以下の小さな寸法のコンタクトパターンと解像限界に達しない大きな寸法のコンタクトパターンとをパターンが劣化することなく良好に形成できるだけでなく、確実に所望の寸法に形成できる。

【0057】(第3の実施の形態) 高温ベーク処理時に、ベークプレートに部分的な温度むらが生じてベークプレート上に載置されたウエハ面内で部分的に $\pm 5^\circ\text{C}$ 程度の温度差が生じてしまうことがある。図4に示すように、高温ベーク処理時のレジストパターンの縮小率の $130^\circ\text{C}$ から $135^\circ\text{C}$ の $5^\circ\text{C}$ 間で大きく変動するため、 $135^\circ\text{C}$ での高温ベーク処理においては同じパターンでもウエハ面内の位置に依存して縮小率が大幅に変わってしまい、図5に示すように、最終的に得られるコンタクトパターンの直径寸法がウエハ面内の位置によりばらついてしまうことがある。

【0058】そのため、第3の実施の形態では、図5に示すような高温ベーク処理時のウエハ面内に生じる温度差分布を予め求めておき、図4に示すように温度差分布に基いて生じる縮小率の誤差を相殺するように、各単位領域毎に与える露光量を補正する。

【0059】すなわち、図6(A)に示すように、 $135^\circ\text{C}$ で60秒高温ベーク処理終了後のウエハ面内では、目的とする縮小量よりも多く縮小してしまう部分が存在し、部分的に設計した寸法よりも小さくなる領域(粗い斜線部分、細かい斜線部分及び黒塗り部分)が形成される。なお、図6(A)では、粗い斜線部分、細かい斜線部分、黒塗り部分の順に縮小率が大きくなり、形成され

るコンタクトパターン径が粗い斜線部分、細かい斜線部分、黒塗り部分の順に小さくなっている。

【0060】したがって、高温ベーク処理前に、図6(B)に示すように、補正のための露光を行う。このときの露光は単位露光領域毎に行い、図6(A)に対応するように、粗い斜線部分、細かい斜線部分、黒塗り部分の順に補正露光量を多くする。このときの補正量は、その領域の高温ベーク温度に対する誤差温度と縮小率の変動量に基いて決定される。なお、白地で示した領域は補正の必要がないので補正のための露光処理は行わない。

【0061】これにより、高温ベーク処理終了後には、図6(C)に示すように、1つのウエハ面内においてほぼ寸法縮小量が均一となり、1つのウエハ面内においてほぼ基準寸法通りの複数のパターンが得られる。なお、この補正のための露光は、パターン露光前に行ってもよいし、コンタクトパターン形成後に行ってもよい。

【0062】なお、ウエハ面内に生じるばらつき要因として高温ベーク処理温度のばらつきの他にウエハ上に積層形成した各膜の膜厚バラツキなども挙げられるが、各膜の膜厚バラツキなどのその他のばらつき要因に基いたウエハ上の位置と縮小率との関係を予め求めておけば、上記と同様にして1つのウエハ面内においてほぼ寸法縮小量が均一となるようにすることが可能である。

【0063】このように、第3の実施の形態では、ウエハ面内に生じる各種ばらつき要因に応じて露光量を補正するため、高温ベーク処理後のウエハ面内のパターンの縮小率をほぼ均一に揃えることができ、パターンの寸法均一性を向上させることができる。

【0064】(第4の実施の形態) 第4の実施の形態は、上記第3の実施の形態の応用であり、上記の補正を図7に示す構成の一括露光装置で行う。図7に示す構成の一括露光装置は、大別して、KrFエキシマレーザ光源32、投影光学系34、フィルタ44及びステージ48から構成されている。

【0065】KrFエキシマレーザ光源32は波長 $248\text{ nm}$ のディープUV光を一樣な強度で照射する。投影光学系34は、KrFエキシマレーザ光源32からのUV光がフィルタ44に照射される様に導く。なお、図7では、投影光学系34を1つのレンズで表しているが、1つに限らず複数のレンズから構成してもよい。

【0066】フィルタ44は、1つのチップを形成する単位領域よりも小さい単位領域毎に透過率が調整されている。すなわち、図8(A)に示すように、 $135^\circ\text{C}$ で60秒高温ベーク処理終了後のウエハ面内では、目的とする縮小量よりも多く縮小してしまう部分が存在し、部分的に基準寸法よりも小さくなる領域(粗い斜線部分、細かい斜線部分及び黒塗り部分)が形成される。なお、図8(A)では、粗い斜線部分、細かい斜線部分、黒塗り部分の順に縮小率が大きくなる。

【0067】したがって、図8(B)に示すように、フ



フィルタ44の透過率を粗い斜線部分、細かい斜線部分、黒塗り部分の順に大きくする。なお、白地で示した領域は補正の必要がないので遮光領域とする。

【0068】このように透過率を調整したフィルタ44により補正のための露光を行なった後、135℃で60秒高温バーク処理を行うことにより、図8(C)に示すように、1つのウエハ面内においてほぼ寸法縮小量が均一となり、1つのウエハ面内においてほぼ基準寸法通りの複数のパターンが得られる。なお、この補正のための露光は、パターン露光前に行ってもよいし、コンタクト

パターン形成後に行ってもよい。

【0069】また、第4の実施の形態の一括露光装置では、光源としてKrFエキシマレーザ光源32を用いる構成としているが、KrFエキシマレーザ光源32に限らず、レジストが感光する光を照射する光源であればパターン露光での光と異なってもよい。もちろん、上記第1の実施の形態と同様に、i線を照射する光源やパターン露光で用いた単波長域を含む広帯域の光を照射する光源などを使用することができる。

【0070】このような構成の一括露光装置を用いることにより、スループットが大幅に向上する。もちろん、一括露光装置の構成も比較的簡易であるので、一括露光装置を製造するためのコストもかからないという利点がある。

【0071】(第5の実施の形態) また、最終的に得られるSiO<sub>2</sub>膜12(図1参照)のパターン寸法が図9(B)に示すように、1つのウエハ面内で場所により大きくばらつく場合がある。これは形成したレジストパターンをマスクとして下層のSiO<sub>2</sub>膜12(図1参照)をエッチングするエッチング処理などの他のプロセスでの要因に起因している。

【0072】したがって、第5の実施の形態では、最終的に得られる1つのウエハ面内での寸法ばらつきが相殺されるように、各単位領域毎に与える露光量を補正する。

【0073】例えば、バークプレート内の温度差に起因する縮小率のばらつきを補正するための露光を行わないで高温バーク処理を行った後のウエハ面内に、図9

(A)に示すように、部分的に基準寸法よりも小さくなる領域(粗い斜線部分、細かい斜線部分及び黒塗り部分)が形成され、更に、形成したレジストパターンをマスクとして下層のSiO<sub>2</sub>膜12をエッチングした場合、最終的に得られるSiO<sub>2</sub>パターンの寸法に、図9(B)に示すような寸法ばらつきが生じるとする。

【0074】この場合、高温バーク処理を行った後の縮小分布が図9(B)に示す最終的な寸法ばらつき分布を相殺するように、ウエハ面内の縮小率のばらつき分布

(図9(D))を決定し、図9(A)に示すバークプレート内の温度差に起因する縮小率のばらつき分布が、図9(D)に示す縮小率のばらつき分布になるように、縮

小率のばらつきを補正するための露光量(図9(C))を決定する。

【0075】このように縮小率のばらつきを補正するための露光量(図9(C))を調整することにより図9

(E)に示すように、プロセス終了後の1つのウエハ面内においてほぼ寸法縮小量が均一となり、1つのウエハ面内においてほぼ基準寸法通りの複数のパターンが得られる。なお、この補正のための露光は、上述の第1の実施の形態で説明したステッパー30により行ってもよいし、第4の実施の形態で説明した構成の一括露光装置で行うようにしてもよい。

【0076】なお、上記第1の実施の形態から第5の実施の形態では、形成するパターンを全てコンタクトパターンとして説明したが、もちろん、埋め込み配線パターンなどを形成する際のレジストパターンなどのように、他の種類のパターンにも本発明は適用することが可能である。

【0077】上記第1の実施の形態から第5の実施の形態では、高温バーク処理温度を135℃としたが、高温バーク処理温度は特にこの温度に限定されるわけではなく、レジストの種類等によって適宜変更できる。また、第2の露光量と第3の露光量の少なくとも一方を調整するだけでなく、高温バーク処理温度を調整することによってもレジストパターンの縮小率を調節できるので、レジストパターンの縮小率の制御を目的として高温バーク処理温度を変更してもよい。第2の露光量と第3の露光量の少なくとも一方の調整と共に、高温バーク処理温度の調整との両方を制御することにより、より精密に縮小率を調節することが可能である。

【0078】また、上記第1の実施の形態から第5の実施の形態では、KrFエキシマレーザ光源を用いて露光を行う場合について説明しているが、使用する露光光の種類に対応して使用が決定されるレジストが感光量に応じてバーク温度に対する耐熱性を変化させる性質を持つものであれば、例えば、ArFエキシマレーザ光源を用いて露光を行う場合等にも応用することができる。

【0079】なお、上記第1の実施の形態から第5の実施の形態で挙げたコンタクトパターンのサイズは、全て一例であり、本発明はこれらのサイズに限定されるものではなく、目的に応じてコンタクトパターンのサイズを適宜選択することができる。また、コンタクトパターンが縮小率も全て一例であり、使用するレジストの種類により変動する値であることはいうまでもない。

【0080】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1、請求項2、請求項3及び請求項6に記載の発明によれば、解像限界以上の比較的大きな寸法のパターンと解像限界以下の微細寸法のパターンの両方を同時に形成でき、かつ、形状が劣化することなく良好に形成されたレジストパターンが得られる、という効果が得られる。

【0081】また、請求項4の発明によれば、高温ベーク処理時にベークプレートなどの加熱体の加熱状態等に起因して1つのウエハ面内で温度差が生じた場合でも1つのウエハ面内での縮小率をほぼ同じように揃えることができる、という効果が得られる。

【0082】更に、請求項5の発明によれば、高温ベーク処理以外の他のプロセス要因などにより1つのウエハ面内に生じる寸法ばらつきを補正して1つのウエハ面内での縮小率をほぼ同じように揃えることができる、という効果が得られる。

【0083】また、請求項7の発明によれば、より精密に高温ベーク時のパターンの縮小率を調整することができる、という効果が得られる。

【0084】請求項8から請求項10の発明によれば、比較的簡単な構成であり、露光装置を製造するためのコストもかからないだけでなく、第2の露光、第3の露光及び補正のための露光を行えるので、KrFエキシマレーザを光源とした可動率の高い露光装置の負荷を軽減できる、という効果が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態のレジストパターンの形成方法を示すフロー図である。

【図2】第1の実施の形態で使用したステッパーの概略構成を示す説明図である。

【図3】第2の露光量と135℃60秒で高温ベーク処理後のコンタクトパターン形との関係を示すグラフである。

【図4】ベーク温度と得られるコンタクトパターン径との関係を示すグラフである。

【図5】ウエハ中心を原点(0,0)とし、原点を中心として40mm四方の矩形領域内において、高温ベーク処理時に生じるコンタクトパターン寸法分布を示す図である。

【図6】(A)は135℃で60秒高温ベーク処理したときのウエハ面内での寸法分布を示す図であり、(B)は図6(A)に基いて決定したウエハ面内での補正露光量の分布を示す図であり、図6(C)は図6(B)の補正露光量を与えてから高温ベーク処理した後のウエハ面内での寸法分布を示す図である。

【図7】第4の実施の形態で使用した一括露光装置の概略構成を示す説明図である。

【図8】(A)は135℃で60秒高温ベーク処理したときのウエハ面内での寸法分布を示す図であり、(B)は図8(A)に基いた補正露光量に応じて決定されたフィルタの透過率の分布であり、(C)は図8(B)のフィルタにより調節された補正露光量を与えてから高温ベーク処理した後のウエハ面内での寸法分布を示す図である。

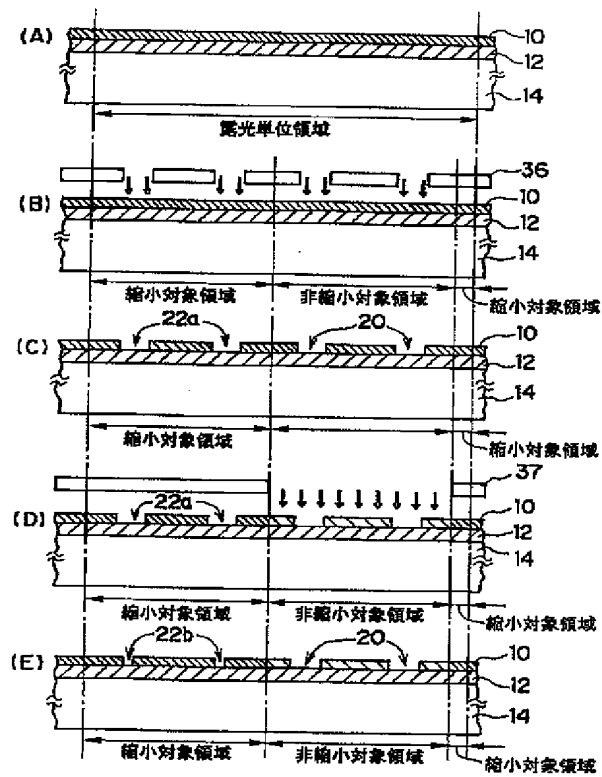
10 【図9】図9(A)はベークプレート内の温度差に起因するレジストパターンの縮小率のばらつき分布を示す図であり、(B)は図9(A)のレジストパターンを用いてエッチングした後のウエハ面内に生じる寸法ばらつき分布を示す図であり、(C)はエッチングした後のウエハ面内に生じる寸法ばらつきをなくすように調整した補正露光量分布を示す図であり、(D)は図9(C)の補正露光量を与えてから高温ベーク処理して得られるレジストパターンの縮小率のばらつき分布を示す図であり、  
20 (E)は図9(D)のレジストパターンを用いてエッチングした後のウエハ面内に生じる寸法ばらつき分布を示す図である。

【図10】従来のレジストパターンの形成方法で露光解像度以下の寸法のコンタクトパターンと露光解像度よりも大きな寸法のコンタクトパターンとを同時に形成した場合のパターンの形状劣化を説明する図である。

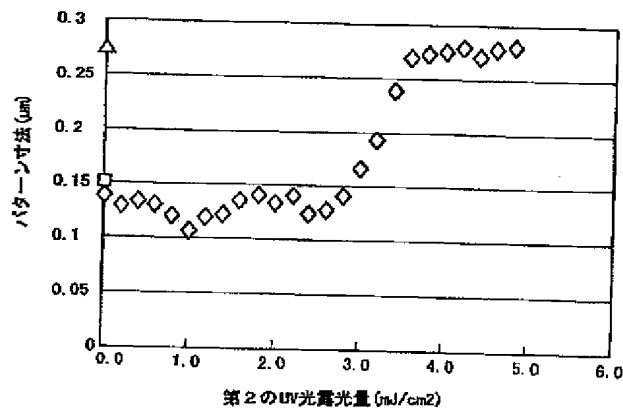
#### 【符号の説明】

10 レジスト膜  
12 SiO<sub>2</sub>膜  
14 ウエハ  
20、22a、22b コンタクトパターン  
30 ステッパー  
32 エキシマレーザ光源  
34 投影光学系  
36 第1レチクル  
37 第2レチクル  
38 縮小光学系  
40、48 ステージ  
42 制御部  
44 フィルタ

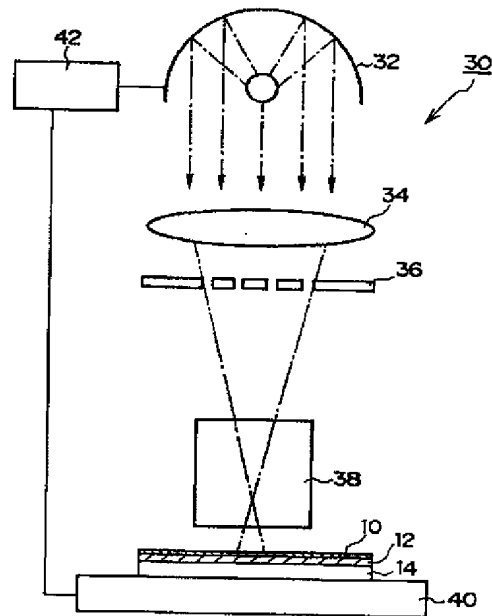
【図1】



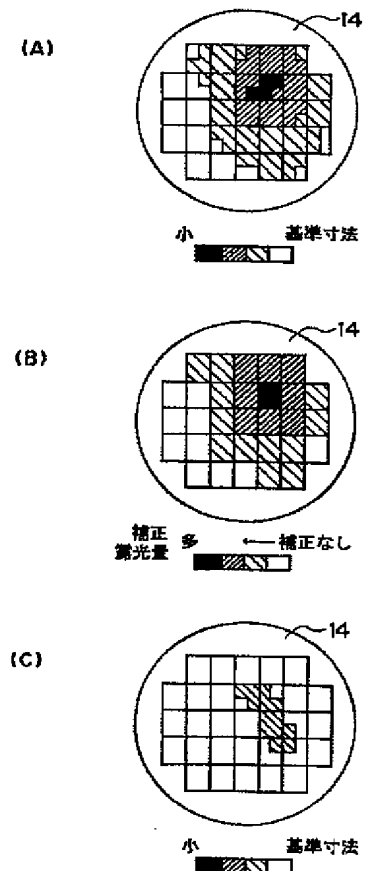
【図3】



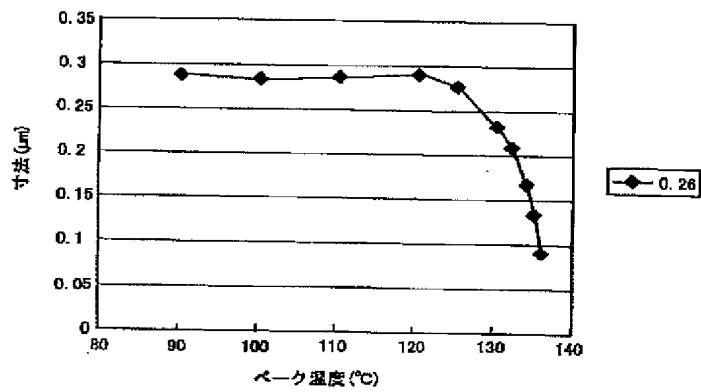
【図2】



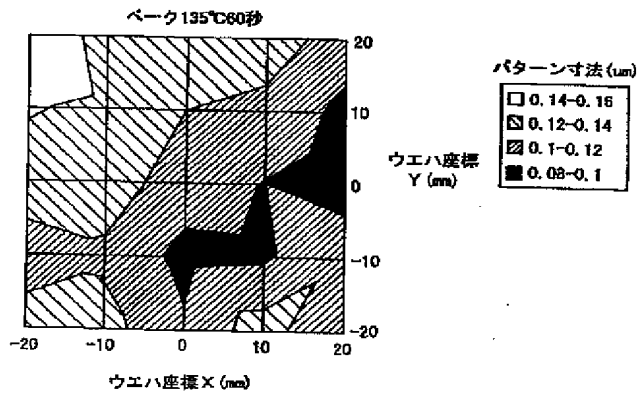
【図6】



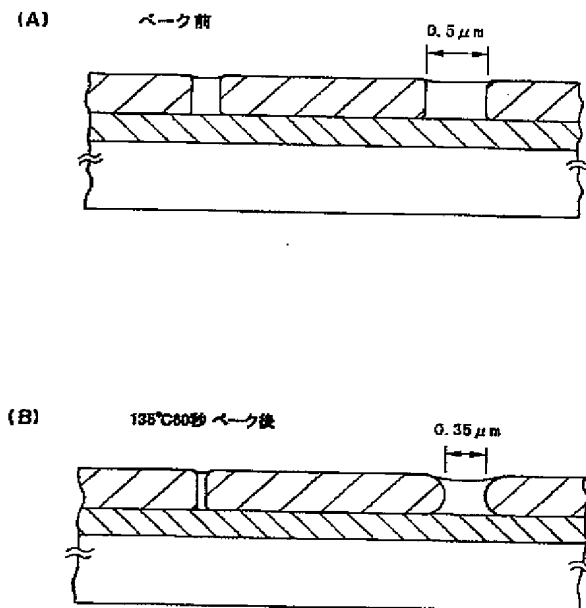
【図4】



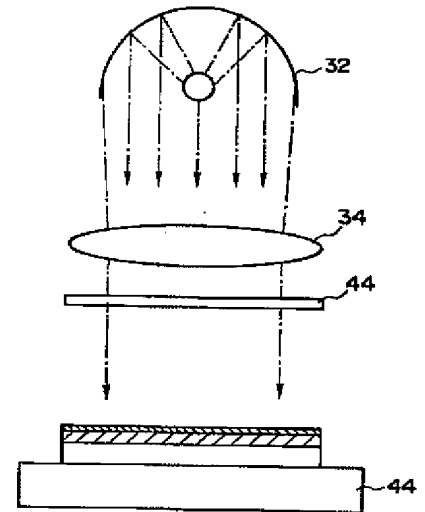
【図5】



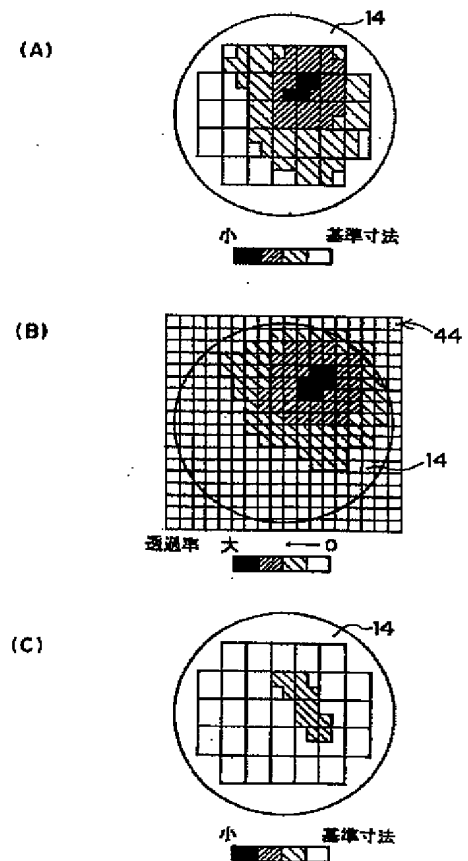
【図10】



【図7】



【図8】



【図9】

